

(11)特許出願公開番号

特開平10-184433

(43)公開日 平成10年(1998)7月14日

F 1		
F 0 2 D	45/00	3 6 0 D
F 0 1 P	7/16	5 0 2 Z
F 0 2 B	77/08	M
		E
F 0 2 D	41/22	3 0 1 K

審査請求 未請求 請求項の数15 OL (全 19 頁) 最終頁に続く

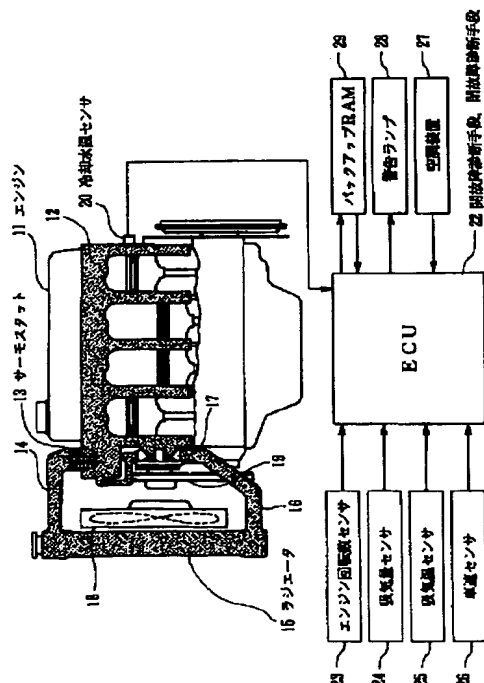
(71)出願人 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(72)発明者 若原 啓二
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社
社デンソー内
(72)発明者 市川 彰
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社
社デンソー内
(74)代理人 弁理士 加古 宗男

(54)【発明の名称】 エンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置

(57) 【要約】

【課題】 サーモスタットの故障を比較的安価な手段で精度良く検出できるようにする。

【解決手段】 サーマスタット13が閉じずに開き放しになる開故障が発生すると、サーモスタット13が正常であれば閉じている温度領域で、正常時とエンジン側冷却水温の挙動が大きく異なるため、この温度領域で、冷却水温センサ20により検出したエンジン側冷却水温に基づいてサーモスタット13の開故障の有無を診断する。サーモスタット13が開かずに閉じ放しになる閉故障が発生すると、サーモスタット13が正常であれば開いている温度領域で、正常時とエンジン側冷却水温の挙動が大きく異なるため、この温度領域で、冷却水温センサ20により検出したエンジン側冷却水温に基づいてサーモスタット13の閉故障の有無を診断する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンの冷却水循環経路に設けられたサーモスタットの故障を検出する内燃機関冷却系のサーモスタット故障検出装置であって、前記サーモスタットよりもエンジン側の冷却水循環経路の冷却水温（以下「エンジン側冷却水温」という）を検出する冷却水温検出手段と、

前記サーモスタットが正常であれば閉じている温度領域で、前記冷却水温検出手段により検出したエンジン側冷却水温に基づいて、前記サーモスタットが閉じずに開き放しになる故障（以下「開故障」という）の有無を診断する開故障診断手段とを有することを特徴とするエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項2】 前記開故障診断手段は、エンジン始動直後のエンジン側冷却水温の低下量又は低下率を判定し、このエンジン側冷却水温の低下量又は低下率に基づいて開故障の有無を診断することを特徴とする請求項1に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項3】 前記開故障診断手段は、エンジン始動後の経過時間、点火回数、エンジン発生熱量の積算値のいずれかが所定値に達するまでのエンジン側冷却水温の上昇量を判定し、このエンジン側冷却水温の上昇量に基づいて開故障の有無を診断することを特徴とする請求項1に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項4】 前記開故障診断手段は、エンジン始動後にエンジン側冷却水温の上昇量が所定量に達するまで、又はエンジン側冷却水温が所定水温に達するまでの経過時間、点火回数、エンジン発生熱量の積算値のいずれかを判定し、その判定値に基づいて開故障の有無を診断することを特徴とする請求項1に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項5】 前記開故障診断手段は、エンジン始動後にエンジン側冷却水温の上昇率が周期的に判定し、このエンジン側冷却水温の上昇率が所定値以下になった回数に基づいて開故障の有無を診断することを特徴とする請求項1に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項6】 前記開故障診断手段は、前記エンジン側冷却水温の上昇率を所定時間当りの水温上昇量、所定点火回数当りの水温上昇量、所定エンジン発生熱量当りの水温上昇量のいずれかによって判定することを特徴とする請求項5に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項7】 前記開故障診断手段は、開故障の診断処理に用いるデータを車速、外気温、吸気温、空調装置の作動状態のうちの少なくとも1つに基づいて補正することを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項8】 前記サーモスタットが正常であれば開い

ている温度領域で、前記冷却水温検出手段により検出したエンジン側冷却水温に基づいて、前記サーモスタットが開かずに閉じ放しになる閉故障の有無を診断する閉故障診断手段を有することを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項9】 エンジンの冷却水循環経路に設けられたサーモスタットの故障を検出する内燃機関冷却系のサーモスタット故障検出装置であって、

10 前記サーモスタットよりもエンジン側の冷却水循環経路の冷却水温（以下「エンジン側冷却水温」という）を検出する冷却水温検出手段と、

前記サーモスタットが正常であれば開いている温度領域で、前記冷却水温検出手段により検出したエンジン側冷却水温に基づいて、前記サーモスタットが開かずに閉じ放しになる閉故障の有無を診断する閉故障診断手段とを有することを特徴とするエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

20 【請求項10】 前記開故障診断手段は、エンジン始動後に前記サーモスタットが開弁する温度領域に達した後のエンジン側冷却水温の変化率を判定し、このエンジン側冷却水温の変化率に基づいて前記サーモスタットの閉故障の有無を診断することを特徴とする請求項9に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

30 【請求項11】 前記開故障診断手段は、前記エンジン側冷却水温の変化率を、所定時間当りの水温変化量、所定点火回数当りの水温変化量、所定エンジン発生熱量当りの水温変化量のいずれかによって判定することを特徴とする請求項10に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項12】 前記開故障診断手段は、エンジン始動後のエンジン発生熱量の積算値が所定量に達したときに閉故障の診断を行うことを特徴とする請求項11に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項13】 前記開故障診断手段は、エンジン側冷却水温が前記サーモスタットの開弁温度より所定温度高くなったときに閉故障の診断を行うことを特徴とする請求項11に記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

40 【請求項14】 前記開故障診断手段は、閉故障の診断処理に用いるデータを車速、外気温、吸気温、空調装置の作動状態のうちの少なくとも1つに基づいて補正することを特徴とする請求項9乃至13のいずれかに記載のエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置。

【請求項15】 前記冷却水循環経路に設けられたラジエータを冷却するラジエータファンを電動ファンで構成し、前記開故障診断手段は、前記ラジエータファンが停止している期間中に、閉故障の診断を行うことを特徴とする請求項9乃至14のいずれかに記載のエンジン冷却系の

サーモスタット故障検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エンジンの冷却水の温度調節を行うサーモスタットの故障の有無を検出するエンジン冷却系のサーモスタット故障検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、水冷式のエンジンでは、エンジン内の冷却水路（ウォータジャケット）とラジエータとの間で冷却水を循環させる冷却水循環経路に、冷却水温に応じて自動的に開閉するサーモスタットを設け、エンジンの始動後に暖機運転が完了するまでは、サーモスタットを閉じて冷却水の循環を停止し、エンジン側の冷却水温を速やかに適正温度域に上昇させて、燃費向上、エミッション低減を図り、エンジン側の冷却水温が適正温度域を越えたときにサーモスタットを自動的に開いて、ラジエータ側の冷えた冷却水をエンジン側へ循環させてエンジン側の冷却水温を適正温度域まで低下させるようになっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、サーモスタットの故障モードには、サーモスタットが開き放しになる開故障と、閉じ放しになる閉故障とがある。開故障が発生すると、エンジンが冷えた状態で始動する冷間始動時でも、始動当初からラジエータ内の冷えた冷却水がエンジン内に循環されてしまうため、始動後のエンジン側の冷却水温の上昇が妨げられて、エンジンの暖機が遅れ、燃費悪化やエミッション増加を招いてしまう。また、閉故障が発生すると、エンジン側の冷却水温が適正温度域を越えたときでも、ラジエータ側の冷えた冷却水がエンジン側に循環されないため、エンジン側の冷却水温が上昇し続け、エンジンがオーバーヒートしてしまうおそれがある。

【0004】従って、サーモスタットの故障が発生したときには、それを直ちに検出して運転者に警告することが望ましいが、今日まで、サーモスタットの故障を検出する技術が開発されておらず、開故障しても、それを長期間知らずに運転したり、閉故障時には、エンジンがオーバーヒートするまで運転し続けちゃうおそれがあった。

【0005】尚、エンジン冷却系の故障を検出する公知技術として、特開平4-19329号公報に示すように、ラジエータの入口と出口にそれぞれ水温センサを設け、ラジエータの入口水温と出口水温とに基づいてラジエータの放熱性能を評価して、ラジエータの劣化を検出するものがある。サーモスタットは、エンジン側の冷却水温に応じて自動的に開閉作動するものであるため、上記公知技術のように、サーモスタットの開閉作動とは無関係のラジエータ側の冷却水温を2箇所検出してもサ

ーモスタットの故障を検出することはできない。しかも、ラジエータ側に新たに2つの温度センサを設けなければならない、その分、コスト高になる欠点がある。

【0006】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、サーモスタットの故障を比較的安価な手段で精度良く検出することができる内燃機関冷却系のサーモスタット故障検出装置を提供することにある。

【0007】

10 【課題を解決するための手段】まず、本発明の理解を容易にするために、サーモスタット故障時の冷却水温の挙動を図2、図4、図7、図9に基づいて説明する。

【0008】図2、図4、図7、図9は、いずれも、サーモスタットが開き放しになる開故障が発生したときの始動後のエンジン側冷却水温の挙動を正常時と比較して示したものである。エンジンが冷えた状態で始動する冷間始動時には、サーモスタットが正常であれば閉弁しているため、冷却水の循環が停止されて、始動直後からエンジン側冷却水温が速やかに上昇し始めるが、開故障が発生すると、冷間始動時でも、始動当初からラジエータ内の冷えた冷却水がエンジン内に循環されてしまうため、開故障時には、始動直後にエンジン側冷却水温がラジエータ側の冷えた冷却水の流入によって一時的に低下し、その後、エンジン側冷却水温が緩やかに上昇するという経過をたどる。

【0009】このようなエンジン側冷却水温の挙動に着目し、本発明の請求項1のサーモスタット故障検出装置は、サーモスタットよりもエンジン側の冷却水循環経路の冷却水温（エンジン側冷却水温）を冷却水温検出手段によって検出し、サーモスタットが正常であれば閉じている温度領域で、前記冷却水温検出手段により検出したエンジン側冷却水温に基づいて、前記サーモスタットの開故障の有無を開故障診断手段により診断する。サーモスタットが正常であれば閉じている温度領域では、正常時と開故障時とでエンジン側冷却水温の挙動が大きく異なるため、この温度領域で、エンジン側冷却水温の挙動から開故障の有無を精度良く診断することができる。しかも、冷却水温検出手段は、従来のエンジンにも設けられていたエンジン制御用の水温センサを使用すれば良いので、従来のエンジン制御システムに新たな冷却水温検出手段を追加する必要がなく、コスト面でも大きな利点がある。

【0010】この場合、請求項2のように、エンジン始動直後のエンジン側冷却水温の低下量又は低下率を判定し、このエンジン側冷却水温の低下量又は低下率に基づいて開故障の有無を診断するようにしても良い。エンジン停止中も、ラジエータは外気に晒されているため、ラジエータ側冷却水温はエンジン側冷却水温よりも低くなっている。従って、開故障が発生すると、始動直後にエンジン側冷却水温がラジエータ側の冷えた冷却水の流入

によって一時的に低下するため、このエンジン側冷却水温の低下量又は低下率から開故障の有無を精度良く診断することができる。

【0011】或は、請求項3のように、エンジン始動後の経過時間、点火回数、エンジン発生熱量の積算値のいずれかが所定値に達するまでのエンジン側冷却水温の上昇量を判定し、このエンジン側冷却水温の上昇量に基づいて開故障の有無を診断するようにしても良い。ここで、エンジン側冷却水温の上昇量を判定する期間は、エンジン始動後の経過時間で決めても良いし、点火回数又はエンジン発生熱量の積算値で決めても良い。点火回数又はエンジン発生熱量の積算値で決めると、エンジン運転状態の変動によるエンジン側冷却水温の上昇量の変動の影響を排除でき、開故障の診断精度を向上できる。

【0012】また、請求項4のように、エンジン始動後にエンジン側冷却水温の上昇量が所定量に達するまで、又はエンジン側冷却水温が所定水温に達するまでの経過時間、点火回数、エンジン発生熱量の積算値のいずれかを判定し、その判定値に基づいて開故障の有無を診断するようにしても良い。このようにしても、上記請求項3と同じく、開故障を精度良く診断できる。

【0013】また、開故障時には、エンジン側冷却水温の上昇率が正常時よりも小さくなるため、請求項5のように、エンジン始動後にエンジン側冷却水温の上昇率を周期的に判定し、このエンジン側冷却水温の上昇率が所定値以下になった回数に基づいて開故障の有無を診断するようにしても良い。このようにすれば、エンジン側冷却水温の上昇率に基づく開故障の診断を繰り返すことができ、信頼性の高い開故障の診断を行うことができる。

【0014】この場合、エンジン側冷却水温の上昇率の判定は、請求項6のように、所定時間当りの水温上昇量、所定点火回数当りの水温上昇量、所定エンジン発生熱量当りの水温上昇量のいずれかによって判定すれば良い。ここで、エンジン側冷却水温の上昇率を所定点火回数当りの水温上昇量又は所定エンジン発生熱量当りの水温上昇量から判定すると、エンジン運転状態の変動によるエンジン側冷却水温の上昇率の変動の影響を排除でき、開故障の診断精度を向上できる。

【0015】また、車速、外気温、吸気温、空調装置の作動状態は、いずれも冷却水の放熱量に影響を与え、エンジン側冷却水温の挙動を変動させるため、請求項7のように、開故障の診断処理に用いるデータを車速、外気温、吸気温、空調装置の作動状態のうちの少なくとも1つに基づいて補正するようにしても良い。このようにすれば、冷却水の放熱量を考慮した開故障の診断が可能となり、その分、開故障の診断精度を向上させることができる。

【0016】次に、サーモスタットが開かずに閉じ放しになる開故障の診断方法を説明する。図12は、開故障が発生したときのエンジン側冷却水温の挙動を正常時と

比較して示したものである。エンジン側冷却水温がサーモスタット開弁温度を越えたときには、サーモスタットが正常であれば開弁して、ラジエータ側の冷えた冷却水がエンジン側に循環され、エンジン側冷却水温が低下するが、閉故障時には、サーモスタットが開弁せず、冷却水の循環が行われずに、エンジン側冷却水温が上昇し続ける。

【0017】この点に着目し、請求項8、9では、サーモスタットが正常であれば開いている温度領域で、冷却水温検出手段により検出したエンジン側冷却水温に基づいてサーモスタットの閉故障の有無を開故障診断手段により診断する。サーモスタットが正常であれば開いている温度領域では、正常時と閉故障時とでエンジン側冷却水温の挙動が大きく異なるため、この温度領域で、エンジン側冷却水温の挙動から閉故障の有無を精度良く診断することができる。

【0018】この場合、請求項10のように、エンジン始動後にサーモスタットが開弁する温度領域に達した後のエンジン側冷却水温の変化率を判定し、このエンジン側冷却水温の変化率に基づいてサーモスタットの閉故障の有無を診断するようにしても良い。つまり、図12に示すように、サーモスタットが開弁する温度領域に達した後のエンジン側冷却水温の変化率は、正常時と閉故障時とで大きく異なるため、このエンジン側冷却水温の変化率から閉故障の有無を精度良く診断することができる。

【0019】ここで、エンジン側冷却水温の変化率は、請求項11のように、所定時間当りの水温変化量、所定点火回数当りの水温変化量、所定エンジン発生熱量当りの水温変化量のいずれかによって判定すれば良い。所定点火回数当りの水温変化量、所定エンジン発生熱量当りの水温変化量で判定すると、エンジン運転状態の変動によるエンジン側冷却水温の変化率の変動の影響を排除でき、開故障の診断精度を向上できる。

【0020】また、請求項12のように、エンジン始動後のエンジン発生熱量の積算値が所定量に達したときに閉故障の診断を行うようにしても良い。このようにすれば、エンジン運転状態の変動の影響を受けずに、閉故障の診断を行う時期（つまりサーモスタットが開弁する温度領域に達した後の所定期間内）に達したか否かを精度良く判定することができる。

【0021】或は、請求項13のように、エンジン側冷却水温がサーモスタットの開弁温度より所定温度高くなったときに閉故障の診断を行うようにしても良い。つまり、図12に示すように、閉故障時には、エンジン側冷却水温がサーモスタットの開弁温度を越えて上昇し続けるため、エンジン側冷却水温がサーモスタットの開弁温度より所定温度高くなったときに閉故障の診断を行えば、正常時と閉故障時とでエンジン側冷却水温の挙動が最も大きく異なる時期に、閉故障の診断を精度良く行う

ことができる。

【0022】また、車速、外気温、吸気温、空調装置の作動状態は、いずれも冷却水の放熱量に影響を与え、エンジン側冷却水温の挙動を変動させるため、請求項14のように、閉故障の診断処理に用いるデータを車速、外気温、吸気温、空調装置の作動状態のうちの少なくとも1つに基づいて補正するようにしても良い。このようにすれば、冷却水の放熱量を考慮した閉故障の診断が可能となり、その分、閉故障の診断精度を向上させることができる。

【0023】また、ラジエータを冷却するラジエータファンを電動ファンで構成した場合には、請求項15のように、ラジエータファンが停止している期間中に、閉故障の診断を行うようにしても良い。このようにすれば、ラジエータファンの運転によるエンジン側冷却水温の低下を防ぐことができ、その分、閉故障の診断精度を向上させることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。まず、図1に基づいてエンジン11の冷却系全体の概略構成を説明する。エンジン11のシリンダブロックとシリンダヘッドの内部にはウォータジャケット12が設けられ、このウォータジャケット12内に冷却水が注入されている。このウォータジャケット12の出口部にはサーモスタット13が設けられ、このサーモスタット13を通過する高温の冷却水が冷却水循環路14を介してラジエータ15に送られる。このラジエータ15で放熱して温度低下した冷却水は、冷却水循環路16を介してウォータジャケット12内に戻される。従って、サーモスタット13の開弁時には、冷却水がウォータジャケット12→サーモスタット13→冷却水循環路14→ラジエータ15→冷却水循環路16→ウォータジャケット12という経路で循環し、エンジン11を適温に冷却する。

【0025】また、ウォータジャケット12の入口部にはウォータポンプ17が設けられ、このウォータポンプ17がベルト19を介して伝達されるエンジン動力によって回転駆動され、このウォータポンプ17の回転により上記冷却水循環経路内の冷却水が強制循環される。一方、ラジエータ15の後方には、電動ファンで構成されたラジエータファン18が設置され、このラジエータファン18の回転によりラジエータ15の放熱効果が高められて、ラジエータ15内の冷却水の冷却が促進される。

【0026】エンジン11のシリンダブロックには、サーモスタット13よりもエンジン11側の冷却水循環経路であるウォータジャケット12内の冷却水温（エンジン側冷却水温）を検出する冷却水温センサ20（冷却水温検出手段）が設けられている。尚、エンジン側冷却水温センサ20の取付位置は、サーモスタット13よりも

エンジン11側の冷却水循環経路であれば良く、例えばウォータジャケット12のシリンダヘッド側の部分に取り付けても良い。

【0027】この冷却水温センサ20の出力信号は電子制御装置22（以下「ECU」と略記する）に取り込まれる。このECU22は、マイクロコンピュータを主体として構成され、エンジン制御とサーモスタット故障診断とを行う。尚、ECU22は、エンジン制御用ECUとサーモスタット故障診断用ECUとに分離された2つのECUから構成しても良いし、1つのECUでエンジン制御とサーモスタット故障診断の双方を行うようにしても良い。

【0028】ECU22には、エンジン制御やサーモスタット故障診断を行うための情報として、上述した冷却水温センサ20からの冷却水温信号の他、エンジン回転数センサ23からのエンジン回転数信号、吸気量センサ24からの吸気量信号、吸気温センサ25からの吸気温信号、車速センサ26からの車速信号が読み込まれ、更に、空調装置27のプロワモータ（図示せず）の作動状態を示す信号も読み込まれる。このECU22には、サーモスタット13の故障を検出したときにそれを警告する警告手段である警告ランプ28と、サーモスタット13の故障情報を記憶する書込み可能な不揮発性メモリであるバックアップRAM29が接続されている。このバックアップRAM29は、エンジン停止中もバッテリー（図示せず）から電源が供給され、故障情報の記憶を保持し、修理・点検時に故障情報を読み出せるようになっている。

【0029】ECU22に内蔵されたROM（記憶媒体）には、後述するサーモスタット故障診断用の各プログラムが記憶され、これらのプログラムを実行することで、サーモスタット13の開故障と閉故障の有無を診断する。この場合、サーモスタット13が開き放しになる開故障は、次の5つの診断方法のうちのいずれか1つの方法で行う。

【0030】〔開故障診断（1）〕まず、開故障診断

（1）の概略を図2に基づいて説明する。図2は、サーモスタット13の開故障が発生したときの始動後のエンジン側冷却水温の挙動を正常時と比較して示したものである。エンジン11が冷えた状態で始動する冷間始動時には、サーモスタット13が正常であれば開弁しているため、冷却水の循環が停止されて、始動直後からエンジン側冷却水温が速やかに上昇し始めるが、開故障が発生すると、冷間始動時でも、始動当初からラジエータ15内の冷えた冷却水がエンジン11内に循環されてしまうため、開故障時には、始動直後にエンジン側冷却水温がラジエータ15側の冷えた冷却水の流入によって一時的に低下し、その後、エンジン側冷却水温が緩やかに上昇するという経過をたどる。上述した開故障時に発生する始動直後のエンジン側冷却水温の一時的な低下は、エン

ジン停止中にラジエータが外気に晒され続けるために、ラジエータ側冷却水温がエンジン側冷却水温よりも低くなっていることから発生する現象である。

【0031】開故障診断(1)は、開故障時に発生する始動直後のエンジン側冷却水温の一時的な低下に着目し、図3に示す開故障診断プログラムによって、始動直後のエンジン側冷却水温の低下量を判定し、この低下量を判定値と比較して開故障の有無を診断する。以下、図3に示す開故障診断プログラムの処理内容を説明する。本プログラムは、イグニッションキー(IGキー)のオン後に所定時間毎又は所定クランク角毎に起動され、特許請求の範囲でいう開故障故障診断手段としての役割を果たす。

【0032】本プログラムが起動されると、まずステップ101で、IGキーがオンで且つ始動前か否かを判定し、始動前であれば、ステップ102に進み、冷却水温センサ20により検出したエンジン側冷却水温を始動時水温THWS、最低水温THWminの初期値として記憶した後、ステップ103で、スタータ(図示せず)をオンしてエンジン11を始動する。

【0033】この後、ステップ104で、冷間始動であるか否かを、始動時水温THWSが所定温度(サーモスタット13の開弁温度以下の所定温度)より低いか否によって判定し、冷間始動でなければ、以降の診断処理を行うことなく、本プログラムを終了する。

【0034】これに対し、冷間始動であれば、ステップ105~108の処理により、始動から所定時間が経過するまでの期間に、エンジン側冷却水温THWが低下する毎に最低水温THWminを更新し、始動から所定時間が経過した時点で、ステップ109に進み、始動時水温THWSからそれまでの最低水温THWminを差し引いて、始動後のエンジン側冷却水温低下量 ΔTHW を求める。

【0035】この後、ステップ110で、始動後のエンジン側冷却水温低下量 ΔTHW を判定値と比較し、エンジン側冷却水温低下量 ΔTHW が判定値よりも大きければ、ステップ111に進み、サーモスタット13が開故障していると判定し、次のステップ112で、バックアップRAM29に開故障の情報を記憶すると共に、ステップ113で、警告ランプ28を点灯又は点滅して、運転者に警告し、本プログラムを終了する。尚、ステップ110で、エンジン側冷却水温低下量 ΔTHW が判定値以下と判定された場合には、開故障と判定されず、本プログラムを終了する。

【0036】本プログラムでは、始動後のエンジン側冷却水温の低下量 ΔTHW によって開故障の診断を行うようにしたが、始動後のエンジン側冷却水温の低下率(所定時間当りの水温上昇量、所定点火回数当りの水温上昇量又は所定エンジン発生熱量当りの水温上昇量)によって開故障の診断を行うようにしても良い。

【0037】[開故障診断(2)]まず、開故障診断(2)の概略を図4に基づいて説明する。図4は、サーモスタット13が開き放しになる開故障が発生したときの始動後のエンジン側冷却水温の挙動を正常時と比較して示したものである。開故障が発生すると、冷間始動時でも、始動当初からラジエータ15内の冷えた冷却水がエンジン11内に循環されてしまうため、開故障時には、始動後のエンジン側冷却水温の上昇が正常時よりかなり緩やかになる。

10 【0038】この特性に着目し、開故障診断(2)では、図5に示す開故障診断プログラムによってエンジン始動後の所定時間内のエンジン側冷却水温の上昇量を判定し、このエンジン側冷却水温の上昇量を判定値と比較して開故障の有無を診断する。以下、図5に示す開故障診断プログラムの処理内容を説明する。本プログラムは、IGキーのオン後に所定時間毎又は所定クランク角毎に起動され、特許請求の範囲でいう開故障故障診断手段としての役割を果たす。

20 【0039】本プログラムが起動されると、ステップ121~124において、前述した開故障診断(1)と同じく、始動時水温を読み込んでからエンジン11を始動し、冷間始動の場合に、ステップ125以降の処理を次のように実行する。まずステップ125、126で、冷間始動からアイドル状態が継続している時間を始動後時間タイマーによって積算し、その積算時間が所定時間になった時点で(ステップ127)、現在のエンジン側冷却水温から始動時水温を差し引くことで、冷間始動後の所定時間内のエンジン側冷却水温上昇量 ΔTHW を算出する(ステップ128)。

30 【0040】もし、冷間始動後、所定時間が経過するまでアイドル状態が継続しない場合(ステップ125で「No」と判定された場合)には、ステップ126以降の診断処理を行うことなく、本プログラムを終了する。これは、アイドル状態が所定時間継続しない場合には、所定時間内のエンジン発生熱量が変動し、エンジン側冷却水温上昇量 ΔTHW が変動してしまうためである。

40 【0041】冷間始動後、アイドル状態が所定時間継続した場合には、ステップ129で、上記ステップ128で算出したエンジン側冷却水温上昇量 ΔTHW を判定値と比較し、エンジン側冷却水温上昇量 ΔTHW が判定値よりも大きければ、エンジン側冷却水温の上昇速度が速いことを意味するため、ステップ130に進み、サーモスタット13が正常に閉じていると判定し、本プログラムを終了する。

50 【0042】これに対し、ステップ129で、エンジン側冷却水温上昇量 ΔTHW が判定値以下と判定されれば、エンジン側冷却水温の上昇速度が遅いことを意味するため、ステップ131に進み、サーモスタット13が開故障していると判定し、次のステップ132で、バックアップRAM29に開故障の情報を記憶すると共に、

ステップ133で、警告ランプ28を点灯又は点滅して、運転者に警告し、本プログラムを終了する。

【0043】尚、本プログラムでは、エンジン運転状態がエンジン側冷却水温の挙動に影響を及ぼすことを考慮して、アイドル継続中に開故障の診断を行うようにしたが、アイドル以外の運転状態でも、その運転状態がほぼ一定の状態が継続している期間があれば、その期間に開故障の診断を行うようにしても良い。

【0044】〔開故障診断(3)〕上記開故障診断

(2)では、冷間始動後の所定時間内のエンジン側冷却水温上昇量 ΔTHW を算出するため、冷間始動からアイドル状態が所定時間継続しているときにエンジン側冷却水温上昇量 ΔTHW を算出することで、エンジン運転状態の変動の影響を受けないようにした。従って、上記開故障診断(2)では、冷間始動からアイドル状態が所定時間継続しなければ、開故障の診断を行うことができない。

【0045】そこで、開故障診断(3)では、冷間始動からアイドル状態が継続しない場合でも開故障の診断を精度良く行うことができるようにするために、冷間始動後のエンジン発生熱量を積算し、その積算値が所定値になるまでの期間のエンジン側冷却水温上昇量を算出することで、エンジン運転状態の変動によるエンジン側冷却水温の上昇量の変動の影響を排除できるようにしている。

【0046】以下、この開故障診断(3)の処理を行う図6に示す開故障診断プログラムの処理内容を説明する。本プログラムは、IGキーのオン後に所定時間毎又は所定クランク角毎に起動され、特許請求の範囲という開故障故障診断手段としての役割を果たす。

【0047】本プログラムは、前記開故障診断(2)で用いた図5のプログラムと比較してエンジン側冷却水温上昇量の算出に関するステップ125a~127aの処理が異なるのみであり、他の処理は同じである。従って、ステップ125a~127aの処理についてのみ説明する。

【0048】冷間始動時に、ステップ125aで、エンジン回転数NEと吸気量Gを読み込んだ後、ステップ126aで、エンジン回転数NEと負荷G/NEをパラメータするエンジン発生熱量Qの二次元マップより、現在のエンジン回転数NEと負荷G/NEに応じたエンジン発生熱量Qを算出する。そして、次のステップ126bで、前回までのエンジン発生熱量積算値 $\Sigma Q(i-1)$ に今回のエンジン発生熱量Qを積算してエンジン発生熱量積算値 $\Sigma Q(i)$ を更新し、続くステップ127aで、今回までのエンジン発生熱量積算値 $\Sigma Q(i)$ が所定値に達したか否かを判定する。

【0049】そして、冷間始動後のエンジン発生熱量積算値 $\Sigma Q(i)$ が所定値に達した時点で、ステップ128に進み、現在のエンジン側冷却水温から始動時水温を差

し引くことで、冷間始動後のエンジン側冷却水温上昇量 ΔTHW を算出する。これ以降の処理は、前記開故障診断(2)と同じである。

【0050】このように、冷間始動後のエンジン発生熱量積算値 $\Sigma Q(i)$ が所定値に達するまでのエンジン側冷却水温上昇量 ΔTHW を算出して、開故障の診断を行えば、エンジン運転状態の変動によるエンジン側冷却水温の上昇量の変動の影響を排除でき、開故障の診断精度を向上できる。

【0051】尚、エンジン発生熱量に代えて、点火回数を積算し、その積算値が所定値に達するまでのエンジン側冷却水温上昇量を算出して開故障の診断を行うようにしても良い。この場合でも、エンジン運転状態の変動によるエンジン側冷却水温の上昇量の変動の影響を少なくでき、開故障の診断精度を向上できる。

【0052】〔開故障診断(4)〕上述した開故障診断(2)、(3)では、冷間始動後の経過時間又はエンジン発生熱量積算値(又は点火回数)が所定値に達するまでのエンジン側冷却水温の上昇量を判定し、このエンジン側冷却水温の上昇量に基づいて開故障の有無を診断するようにしたが、開故障診断(4)では、図7に示すように、冷間始動後にエンジン側冷却水温が所定水温に達するまでの経過時間を算出し、その時間の長さから開故障の有無を診断する。

【0053】以下、この開故障診断(4)の処理を行う図8に示す開故障診断プログラムの処理内容を説明する。本プログラムは、IGキーのオン後に所定時間毎又は所定クランク角毎に起動され、特許請求の範囲という開故障故障診断手段としての役割を果たす。

【0054】本プログラムが起動されると、まず始動前に始動時水温THWSを読み込み(ステップ141、142)、この始動時水温THWSに応じた開故障判定用の判定値Kを予め設定されたマップ又は数式により算出した後(ステップ143)、エンジン11を始動する(ステップ144)。そして、冷間始動である場合に、始動からアイドル状態が継続している時間を始動後時間タイマーによって積算する(ステップ145~147)。この始動後時間タイマーの積算動作は、冷却水温センサ20により検出したエンジン側冷却水温THWが所定水温に上昇するまで継続する(ステップ148)。

【0055】もし、エンジン側冷却水温THWが所定水温に上昇する以前に、アクセルがオンされてアイドル状態でなくなった場合(ステップ146で「No」と判定された場合)には、以降の診断処理を行うことなく、本プログラムを終了する。これは、アイドル状態でなくなると、エンジン発生熱量が変動し、エンジン側冷却水温THWの上昇具合が変動してしまうためである。

【0056】そして、冷間始動後、エンジン側冷却水温THWが所定水温に上昇するまでアイドル状態が継続した場合には、その時点の始動後時間タイマーの積算時

間、つまり冷間始動後からエンジン側冷却水温THWが所定水温に上昇するまでに要した時間を、前記ステップ143で算出した判定値Kと比較し、この時間が判定値Kよりも短い場合には、エンジン側冷却水温の上昇速度が速いことを意味するため、ステップ150に進み、サーモスタット13が正常に閉じていると判定し、本プログラムを終了する。

【0057】これに対し、ステップ149で、エンジン側冷却水温THWが所定水温に上昇するまでに要した時間が判定値K以上であると判定されれば、エンジン側冷却水温の上昇速度が遅いことを意味するため、ステップ151に進み、サーモスタット13が開故障していると判定し、次のステップ152で、バックアップRAM29に開故障の情報を記憶すると共に、ステップ153で、警告ランプ28を点灯又は点滅して、運転者に警告し、本プログラムを終了する。

【0058】本プログラムでは、冷間始動後にエンジン側冷却水温THWが所定水温に上昇するまでに要する時間が始動時水温THWSによって異なってくることを考慮し、ステップ143で、始動時水温THWSに応じた開故障判定用の判定値Kを算出するようにしている。これにより、始動時水温THWSに左右されない信頼性の高い開故障の診断が可能となる。

【0059】尚、エンジン側冷却水温THWが所定水温に上昇するまでの時間を積算するのに代えて、始動後のエンジン側冷却水温THWの上昇量が所定量に達するまでの時間を積算し、その積算時間によって開故障の診断を行うようにしても良い。この場合には、始動時水温THWSが積算時間に与える影響が少なくなる利点がある。

【0060】また、積算する対象を、始動後の経過時間から、エンジン発生熱量又は点火回数に代えても良い。エンジン発生熱量を積算する場合には、図6のステップ125a～126bと同じ手順で行えば良い。そして、冷間始動後にエンジン側冷却水温が所定水温に達するまで、又はエンジン側冷却水温の上昇量が所定量に達するまでのエンジン発生熱量積算値(又は点火回数)を判定値と比較して、開故障の診断を行えば良い。このようにすれば、エンジン運転状態の変動によるエンジン側冷却水温の変動の影響を排除でき、アイドル状態が継続しなくても、開故障の診断を精度良く行うことができる。

【0061】[開故障診断(5)]開故障診断(5)では、図9に示すようにエンジン始動後に所定時間毎にエンジン側冷却水温の上昇量 ΔTHW を判定し、このエンジン側冷却水温の上昇量が判定値以下になった回数に基づいて開故障の有無を診断する。

【0062】この開故障診断(5)の処理を行う図10及び図11に示す開故障診断プログラムの処理内容を説明する。本プログラムは、IGキーのオン後に所定時間毎又は所定クランク角毎に起動され、特許請求の範囲で

いう開故障故障診断手段としての役割を果たす。

【0063】本プログラムが起動されると、ステップ161～164において、前述した開故障診断(1)と同じく、始動時水温を読み込んでからエンジン11を始動し、冷間始動の場合に、ステップ165以降の処理を次のように実行する。まずステップ165では、仮フェイルカウンタをクリアし、続くステップ166～171の処理により、エンジン側冷却水温THWがサーモスタット13の開弁温度に達するまでの期間に、次のようにして所定時間毎にその時間内の水温上昇量 ΔTHW を算出する処理を繰り返す。

【0064】すなわち、エンジン側冷却水温THWがサーモスタット13の開弁温度よりも低ければ、ステップ167～169の処理により、エンジン回転数NEと吸気量G(負荷 G/NE)とから、二次元マップによりエンジン発生熱量Qを算出し、前回までのエンジン発生熱量積算値 $\Sigma Q(i-1)$ に今回のエンジン発生熱量Qを積算してエンジン発生熱量積算値 $\Sigma Q(i)$ を更新する。このエンジン発生熱量積算値 ΣQ は、後述するステップ173で、開故障の判定値を算出するのに用いられる。

【0065】そして、所定時間が経過する毎に、ステップ171で、その時点のエンジン側冷却水温THWを今回の水温THWF(i)として記憶し、次のステップ172で、今回の水温THWF(i)から前回の水温THWF(i-1)を差し引くことで、所定時間当りの水温上昇量 ΔTHW を算出する。

【0066】この後、ステップ173で、前記ステップ169で積算した所定時間内のエンジン発生熱量積算値 $\Sigma Q(i)$ に応じた判定値を予め設定されたマップ又は数式により算出する。これにより、エンジン運転状態の変動によるエンジン側冷却水温の上昇量の変動の影響を考慮した判定値が算出される。判定値の算出後は、エンジン発生熱量積算値 $\Sigma Q(i)$ をクリアする。そして、次のステップ174で、所定時間当りの水温上昇量 ΔTHW を上記ステップ173で求めた判定値と比較し、水温上昇量 ΔTHW が判定値以下であれば、開故障の疑いがあるので、ステップ175に進み、仮フェイルカウンタをインクリメントして本プログラムを終了する。尚、所定時間当りの水温上昇量 ΔTHW が判定値よりも大きければ、何もせずに、本プログラムを終了する。

【0067】このようにして、冷間始動後に、エンジン側冷却水温THWがサーモスタット13の開弁温度に達するまで、所定時間毎に水温上昇量 ΔTHW を算出して判定値と比較し、 $\Delta THW \geq$ 判定値のときに仮フェイルカウンタをインクリメントするという処理を繰り返す。そして、エンジン側冷却水温THWがサーモスタット13の開弁温度に達した時点で、上述した処理を終了して、ステップ176に進み、仮フェイルカウンタの値を所定値と比較し、仮フェイルカウンタの値が所定値以上であれば、ステップ177に進み、サーモスタット13

が開故障していると判定し、次のステップ178で、バックアップRAM29に開故障の情報を記憶すると共に、ステップ179で、警告ランプ28を点灯又は点滅して、運転者に警告し、本プログラムを終了する。尚、ステップ176で、仮フェイルカウンタの値が所定値よりも少ないと判定された場合には、開故障と判定されず、本プログラムを終了する。

【0068】本プログラムでは、所定時間当りの水温上昇量 ΔTHW を算出したが、所定エンジン発生熱量当りの水温上昇量又は所定点火回数当りの水温上昇量を算出して、それを判定値と比較するようにしても良い。要は、エンジン始動後にエンジン側冷却水温の上昇率を周期的に判定し、このエンジン側冷却水温の上昇率が判定値以下になった回数に基づいて開故障の有無を診断するようにすれば良い。このようにすれば、エンジン側冷却水温の上昇率に基づく開故障の診断を繰り返すことができ、信頼性の高い開故障の診断を行うことができる。

【0069】以上説明した各開故障診断(1)～(5)では、エンジン運転状態がエンジン側冷却水温の挙動に影響を及ぼすことを考慮して、アイドル継続中(又はほぼ一定の運転状態が継続している期間)に開故障の診断を行ったり、エンジン発生熱量又は点火回数を基準にしてエンジン側冷却水温の挙動を判定するようにした。しかし、エンジン側冷却水温の挙動に影響を及ぼす要因は、エンジン運転状態だけではなく、冷却水の放熱量に影響を与える要因(車速、外気温、吸気温、空調装置の作動状態)も、エンジン側冷却水温の挙動に影響を与える要因となる。従って、開故障の診断処理に用いる判定値、所定期間、検出水温等のデータを車速、外気温、吸気温、空調装置の作動状態のうちの少なくとも1つに基づいて補正するようにしても良い。このようにすれば、冷却水の放熱量を考慮した開故障の診断が可能となり、その分、開故障の診断精度を向上させることができる。

【0070】また、燃料カット中は、エンジン発生熱量が無くなるので、燃料カット期間を除いて、経過時間の積算、点火回数の積算、エンジン発生熱量の積算を行うようにしても良い。

【0071】一方、サーモスタット13が閉じ放しになる開故障は、次の2つの診断方法のうちのいずれかの方法で行う。

【0072】[開故障診断(1)] まず、開故障診断(1)の概略を図12に基づいて説明する。図12は、開故障が発生したときのエンジン側冷却水温の挙動を正常時と比較して示したものである。エンジン側冷却水温がサーモスタット開弁温度を越えたときには、サーモスタット13が正常であれば開弁して、ラジエータ15側の冷えた冷却水がエンジン11側に循環され、エンジン側冷却水温が低下するが、開故障時には、サーモスタット13が開弁せず、冷却水の循環が行われずに、エンジン側冷却水温が上昇し続ける。

【0073】この点に着目し、開故障診断(1)では、エンジン側冷却水温がサーモスタット開弁温度に達した後に、エンジン側冷却水温の変化率を判定値と比較して開故障の有無を診断する。ここで、エンジン側冷却水温の変化率は、所定時間当りの水温変化量、所定点火回数当りの水温変化量、所定エンジン発生熱量当りの水温変化量のいずれかによって判定すれば良い。

【0074】以下、この開故障診断(1)の処理を行う図13に示す開故障診断プログラムの処理内容を説明する。本プログラムは、IGキーのオン後に所定時間毎(例えば200ms毎)に起動され、特許請求の範囲という開故障故障診断手段としての役割を果たす。

【0075】本プログラムが起動されると、まずステップ201で、冷却水温センサ20で検出したエンジン側冷却水温 THW を読み込み、次のステップ202で、開故障診断に使用するセンサ(冷却水温センサ20、吸気量センサ24、吸気温センサ25、車速センサ26)が正常であるか否かを判定する。ここで、センサが正常か否かの判定は、センサの出力電圧が所定電圧範囲内にあるか否か等によって行う。もし、センサが異常と判定された場合には、正常な故障診断を行うことができないので、以降の処理を行うことなく、本プログラムを終了する。

【0076】センサが正常であれば、ステップ203に進み、失火が発生したか否かを判定し、失火発生時には、エンジン発生熱量が低下して、エンジン側冷却水温の挙動が変動するため、以降の処理を行うことなく、本プログラムを終了する。

【0077】失火が発生していなければ、ステップ204に進み、冷間始動であるか否かを始動時のエンジン側冷却水温 $THWS$ が例えば60℃(サーモスタット13の開弁温度以下の所定温度)よりも低いか否かによって判定し、冷間始動でなければ以降の診断処理を行うことなく、本プログラムを終了する。

【0078】冷間始動であれば、ステップ205に進み、後述する図14のエンジン発生熱量積算プログラムによって積算したエンジン発生熱量積算値 $SQENG$ が判定熱量に達したか否かを判定する。ここで、判定熱量は、冷間始動後に正常なサーモスタット13が確実に開弁するまでに必要なエンジン発生熱量である。従って、エンジン発生熱量積算値 $SQENG$ が判定熱量に達していなければ、以降の診断処理を行うことなく、本プログラムを終了する。

【0079】これに対し、エンジン発生熱量積算値 $SQENG$ が判定熱量に達していれば、ステップ206に進み、後述する図16の開故障フラグセットプログラムによってセットされる開故障フラグ $XDTHWCL$ が開故障を意味する「0」であるか否かを判定する。尚、開故障フラグ $XDTHWCL$ は、初期化時に正常を意味する「1」にセットされる。

【0080】もし、閉故障フラグXDTHWCLが閉故障を意味する「0」であれば、ステップ207に進み、サーモスタット13が閉故障していると判定し、次のステップ208で、バックアップRAM29に閉故障の情報（閉故障時のエンジン回転数、吸気量、エンジン側冷却水温、車速及び故障コード）を記憶すると共に、ステップ209で、警告ランプ28を点灯又は点滅して、運転者に警告し、本プログラムを終了する。

【0081】次に、図14に示すエンジン発生熱量積算プログラムの処理内容を説明する。本プログラムは、IGキーのオン後に所定時間毎（例えば100ms毎）に起動され、始動後のエンジン発生熱量を次のように積算する。まず、ステップ221で、吸気量GA、吸気温THA、車速SPD、空調装置27のプロワファンの作動状態ELBを読み込み、次のステップ222で、燃料カット中であるか否かを判定する。燃料カット中はエンジン発生熱量がゼロになり、放熱によりエンジン側冷却水温が低下する。従って、燃料カット中であれば、ステップ226に進み、前回までのエンジン発生熱量積算値SQENG(i-1)から所定値（例えば10）を差し引いて、燃料カットの影響をキャンセルする。

【0082】一方、燃料カット中でなければ、ステップ223に進み、エンジン発生熱量QENGを図15(a)のマップより吸気量GAに応じて算出する。尚、エンジン発生熱量QENGを算出するためのパラメータは、吸気量GAに代えて、吸気管圧力又は燃料噴射量を用いても良い。

【0083】エンジン発生熱量QENGの算出後、ステップ224に進み、前回までのエンジン発生熱量積算値SQENG(i-1)に今回のエンジン発生熱量QENGを積算して、エンジン発生熱量積算値SQENG(i)を更新する。この後、ステップ225で、吸気温THA、車速SPD、プロワファン作動状態ELBに応じた補正係数KQTHA、KQSPD、KQELBを乗算してエンジン発生熱量積算値SQENG(i)を補正する。

【0084】ここで、吸気温THAに応じた補正係数KQTHAは、図15(b)のマップより吸気量GAに応じて算出される。尚、吸気温THAに代えて外気温を用いても良い。また、車速SPDに応じた補正係数KQSPDは、図15(c)のマップより車速SPDに応じて算出される。プロワファン作動状態ELBに応じた補正係数KQELBは、図15(d)のマップよりプロワファンのオン/オフに応じて算出される。

【0085】このように、吸気温THA、車速SPD、プロワファン作動状態ELBに応じてエンジン発生熱量積算値SQENG(i)を補正する理由は、吸気温THA、車速SPD、プロワファン作動状態ELBは、いずれも、冷却水の放熱量に影響を与え、エンジン側冷却水温の挙動を変動させるためである。尚、プロワファンは運転モード（送風の強/弱や外気導入/車室内循環）に

よって冷却水の放熱量が変化するため、運転モードによって補正係数KQELBを変えるようにしても良い。

【0086】次に、図16に示す閉故障フラグセットプログラムの処理内容を説明する。本プログラムは、IGキーのオン後に所定時間毎（例えば100ms毎）に起動され、次のようにして閉故障フラグXDTHWCLをセットする。まず、ステップ231で、所定時間毎（例えば100ms毎）のエンジン側冷却水温の変化量DTHWを、前回のエンジン側冷却水温THW(i-1)から今回のエンジン側冷却水温THW(i)を差し引いて求める。

【0087】この後、ステップ232で、電動式のラジエータファン18がオフであるか否かを判定し、ラジエータファン18がオフであれば、ステップ233に進み、ラジエータファン18がオンからオフに切り替わってから所定時間（例えば5秒）が経過したか否かを判定し、この時間が経過している場合に、ステップ234に進み、閉故障の判定を行う。上述したステップ232、233のいずれか一方が「No」の場合、つまりラジエータファン18がオンの場合、又はラジエータファン18がオンからオフに切り替わってから所定時間（例えば5秒）が経過していない場合には、閉故障の判定を行わずに、本プログラムを終了する。これは、ラジエータファン18の送風による冷却水の放熱の影響を受けないようにするためである。

【0088】ラジエータファン18がオンからオフに切り替わってから所定時間（例えば5秒）が経過している場合には、ステップ234で、水温変化量DTHWを判定値（例えば0℃）と比較し、水温変化量DTHWが判定値よりも小さければ、サーモスタット13が正常に開弁していると推定できるため、ステップ235に進み、閉故障フラグXDTHWCLを正常を意味する「1」にセットして、本プログラムを終了する。

【0089】これに対し、水温変化量DTHWが判定値以上であれば、エンジン側冷却水温THWが異常に上昇し続けていることを意味するため、ステップ236に進み、閉故障フラグXDTHWCLを閉故障を意味する「0」にセットして、本プログラムを終了する。尚、上記ステップ234で、水温変化量DTHWと比較する判定値は0℃に限定されず、プラス温度であっても良い。

【0090】〔閉故障診断（2）〕上述した閉故障診断（1）では、所定時間毎の水温変化量DTHWを算出したが、閉故障診断（2）では、所定エンジン発生熱量毎の水温変化量DTHWSQを算出する。また、上述した閉故障診断（1）では、始動後のエンジン発生熱量積算値が所定量に達したときに閉故障の診断を行うようにしたが、閉故障診断（2）では、エンジン側冷却水温がサーモスタット13の開弁温度より所定温度高くなったときに閉故障の診断を行う。

【0091】以下、この閉故障診断（2）の処理を行う

10

20

30

40

50

図18に示す閉故障診断プログラムの処理内容を説明する。本プログラムは、IGキーのオン後に所定時間毎（例えば200ms毎）に起動され、特許請求の範囲でいう閉故障診断手段としての役割を果たす。

【0092】本プログラムが起動されると、まずステップ241で、冷却水温センサ20で検出したエンジン側冷却水温THWを読み込むと共に、後述する図19の水
10 温変化量算出プログラムによって算出された所定エンジン発生熱量毎の水温変化量DTHWSQを読み込む。この後、ステップ242、243で、閉故障診断に使用する冷却水温センサ20等のセンサが正常で且つ失火が発生していないと判定された場合に、ステップ244に進み、エンジン側冷却水温THWをサーモスタット13の開弁温度（例えば90℃）より所定温度（例えば5℃）高い温度である例えば95℃と比較する。この温度は、サーモスタット13が正常であれば確実に開弁している温度である。従って、エンジン側冷却水温THWが95℃以下の場合には、以降の診断処理を行うことなく、本プログラムを終了する。

【0093】一方、エンジン側冷却水温THWが95℃
20 を越えていれば、ステップ245に進み、所定エンジン発生熱量毎の水温変化量DTHWSQを判定値（例えば0℃）と比較し、水温変化量DTHWが判定値以下であれば、サーモスタット13が正常に開弁していると推定できるため、以降の処理を行うことなく、本プログラムを終了する。

【0094】もし、水温変化量DTHWが判定値よりも大きければ、エンジン側冷却水温THWが異常に上昇し続けていることを意味するため、ステップ246に進み、サーモスタット13が閉故障していると判定し、次のステップ247で、バックアップRAM29に閉故障の情報を記憶すると共に、ステップ248で、警告ランプ28を点灯又は点滅して、運転者に警告し、本プログラムを終了する。

【0095】次に、図19に示す水温変化量算出プログラムの処理内容を説明する。本プログラムは、IGキーのオン後に所定時間毎（例えば100ms毎）に起動され、次のようにして所定エンジン発生熱量毎の水温変化量DTHWSQを算出する。まず、ステップ251で、前述した図14のエンジン発生熱量積算プログラムによ
40 って積算したエンジン発生熱量積算値SQENGとエンジン側冷却水温THWを読み込む。

【0096】この後、ステップ252で、エンジン発生熱量積算値SQENGが所定値（図17参照）を越えたか否かを判定し、エンジン発生熱量積算値SQENGが所定値を越える毎に、ステップ253で、エンジン側冷却水温の変化量DTHWSQを、前回の水温THWOから今回の水温THWを差し引くことで算出する。この後、ステップ254で、THWOを今回の水温THWで更新すると共に、エンジン発生熱量積算値SQENGを

クリアして、本プログラムを終了する。

【0097】尚、本プログラムでは、所定エンジン発生熱量毎の水温変化量DTHWSQを算出したが、所定点火回数毎の水温変化量を算出しても良い。また、アイドル状態が継続している期間、又は、ほぼ一定の運転状態が継続している期間に、所定時間毎の水温変化量を算出しても良い。

【0098】尚、図1のシステム構成例では、ラジエータファン18を電動ファンで構成したが、ラジエータファンをウォータポンプ17と連結し、エンジン動力によってラジエータファンとウォータポンプ17とを一体的に回転駆動するようにしても良い。また、ラジエータ15の取付位置は、ウォータジャケット12の出口部に限定されず、ウォータジャケット12の入口部等、他の部分であっても良い。

【0099】その他、本発明は、閉故障診断プログラムと閉故障診断プログラムのいずれか一方のみを実施するようにしても良い等、要旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態におけるエンジン冷却系全体の構成を示す図

【図2】閉故障診断（1）の方法を説明するためのタイムチャート

【図3】閉故障診断（1）の開故障診断プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図4】閉故障診断（2）の方法を説明するためのタイムチャート

【図5】閉故障診断（2）の開故障診断プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図6】閉故障診断（3）の開故障診断プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図7】閉故障診断（4）の方法を説明するためのタイムチャート

【図8】閉故障診断（4）の開故障診断プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図9】閉故障診断（5）の方法を説明するためのタイムチャート

【図10】閉故障診断（5）の開故障診断プログラムの前半部の処理の流れを示すフローチャート

【図11】閉故障診断（5）の開故障診断プログラムの後半部の処理の流れを示すフローチャート

【図12】閉故障診断（1）の方法を説明するためのタイムチャート

【図13】閉故障診断（1）の開故障診断プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図14】エンジン発生熱量積算プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図15】（a）は吸気量GAからエンジン発生熱量QENGを算出するマップを概念的に示す図、（b）は吸

気温THAから補正係数KQTHAを算出するマップを概念的に示す図、(c)は車速SPDから補正係数KQSPDを算出するマップを概念的に示す図、(d)はプロファン作動状態ELBから補正係数KQELBを算出するマップを概念的に示す図

【図16】閉故障フラグセットプログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図17】閉故障診断(2)の方法を説明するためのタイムチャート

【図18】閉故障診断(2)の開故障診断プログラムの処理の流れを示すフローチャート

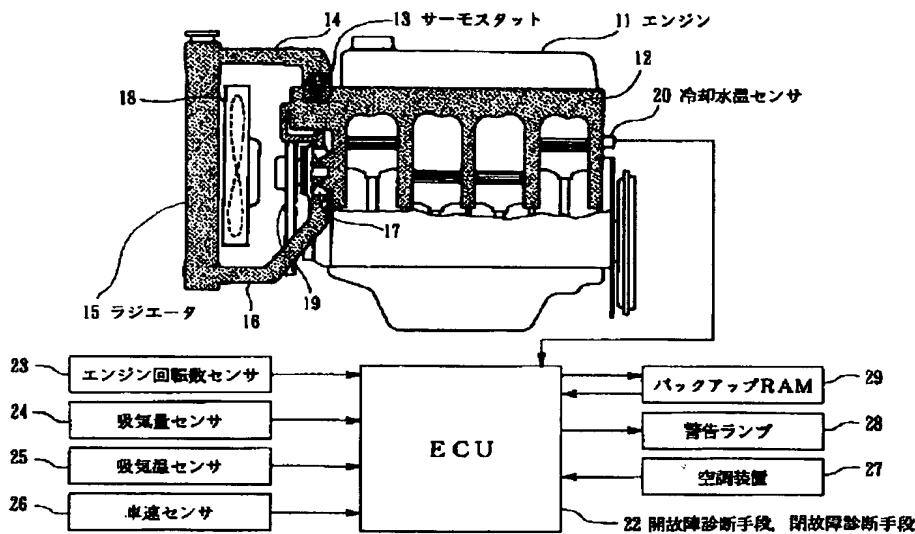
*

*【図19】水温変化量算出プログラムの処理の流れを示すフローチャート

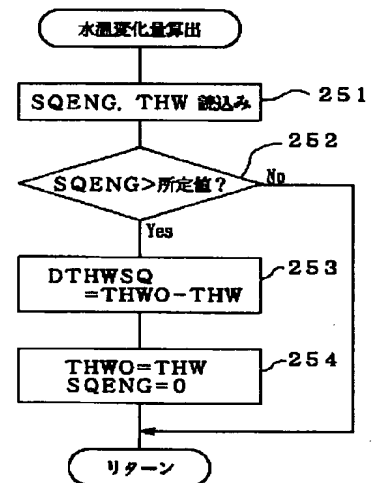
【符号の説明】

11…エンジン、12…ウォータージャケット、13…サーモスタット、14…冷却水循環路、15…ラジエータ、16…冷却水循環路、18…ラジエータファン、20…冷却水温センサ(水温検出手段)、22…ECU(開故障診断手段、閉故障診断手段)、23…エンジン回転数センサ、24…吸気量センサ、25…吸気温度センサ、26…車速センサ、27…空調装置、28…警告ランプ(警告手段)、29…バックアップRAM。

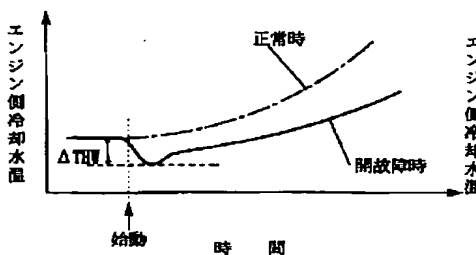
【図1】



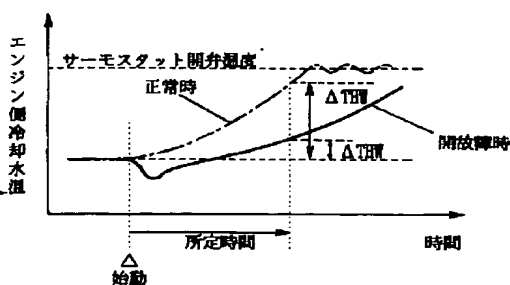
【図19】



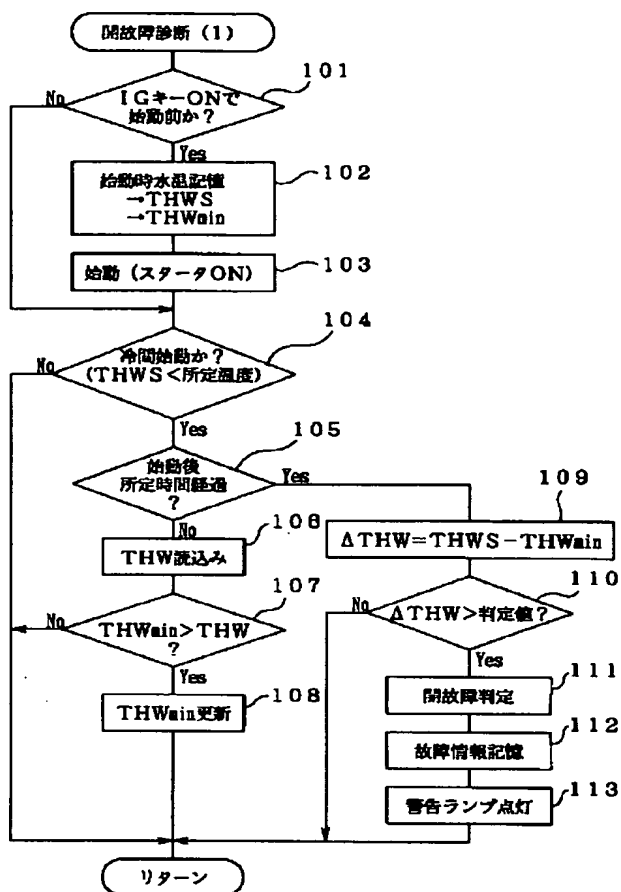
【図2】



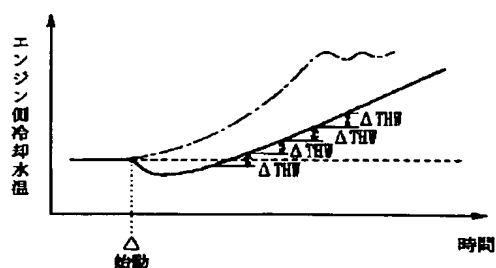
【図4】



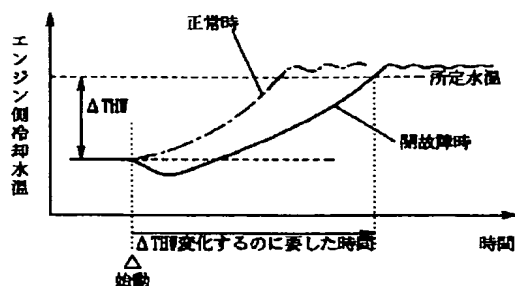
【図3】



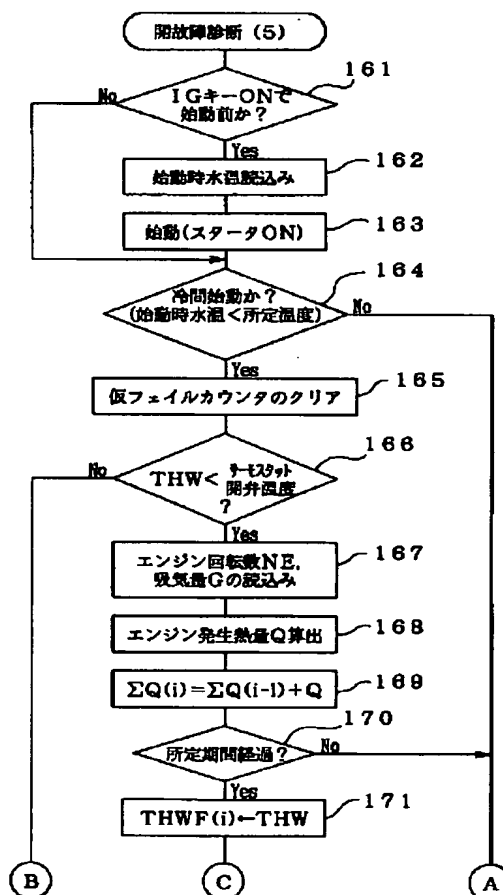
【図9】



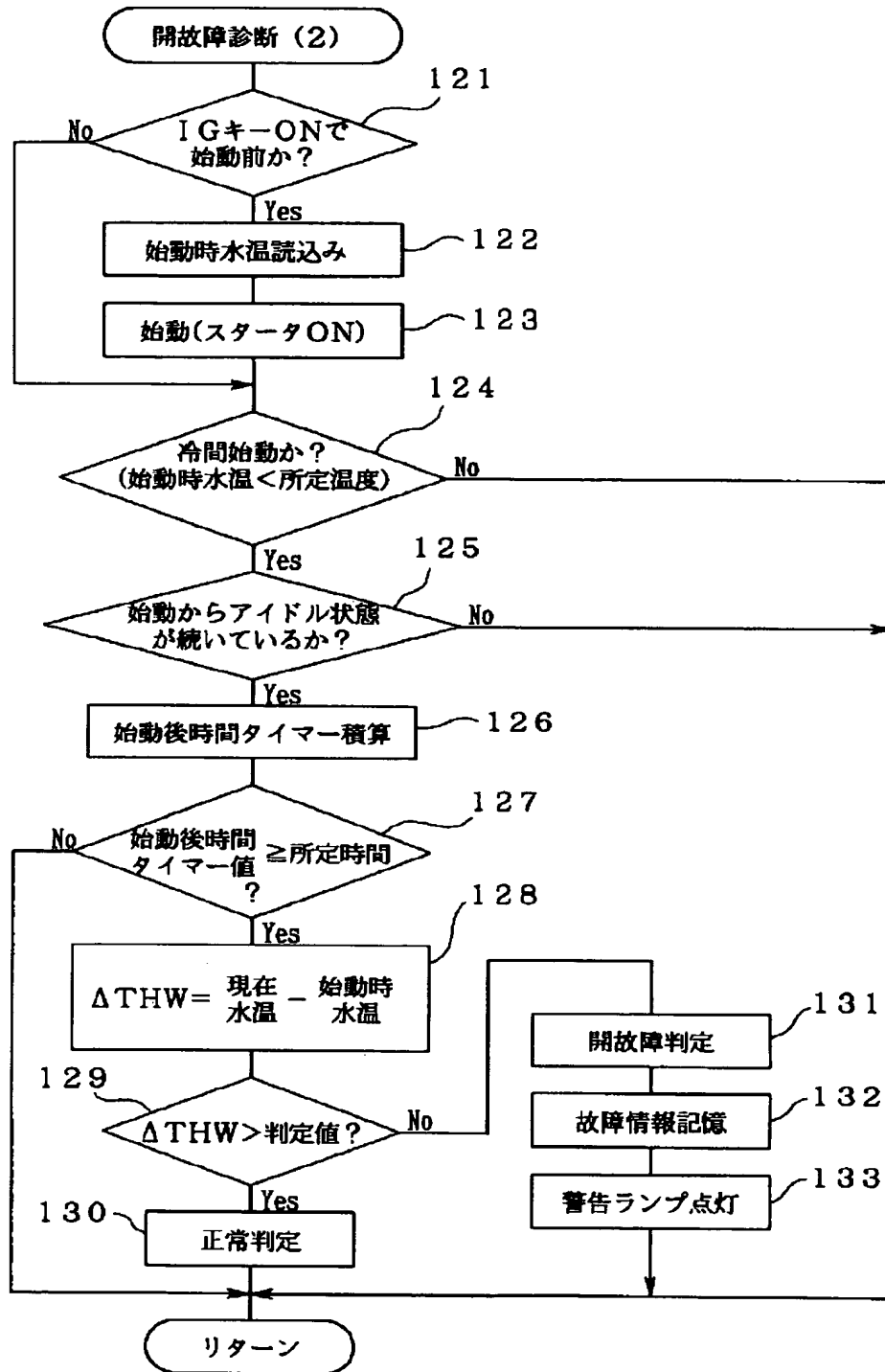
【図7】



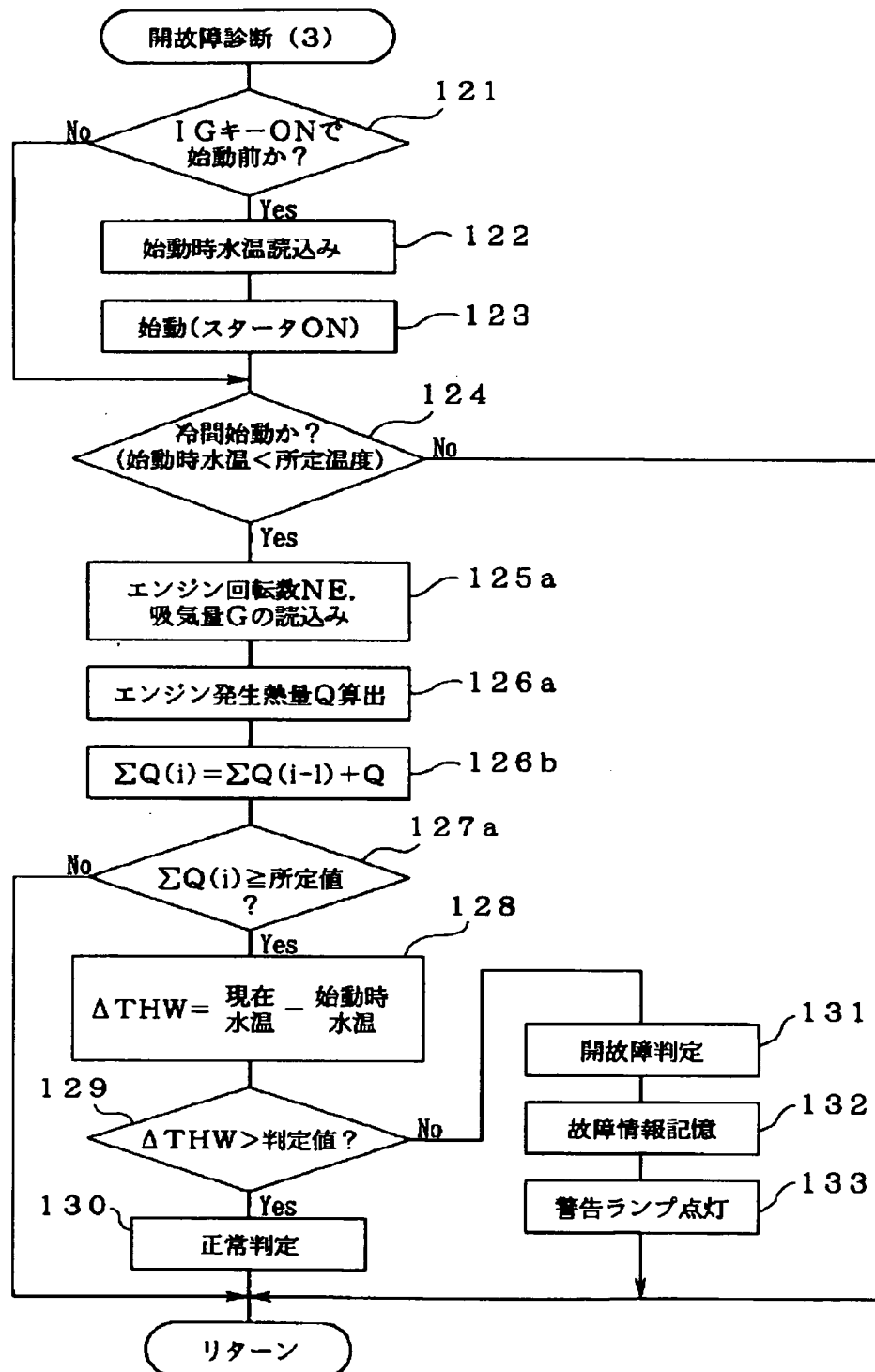
【図10】



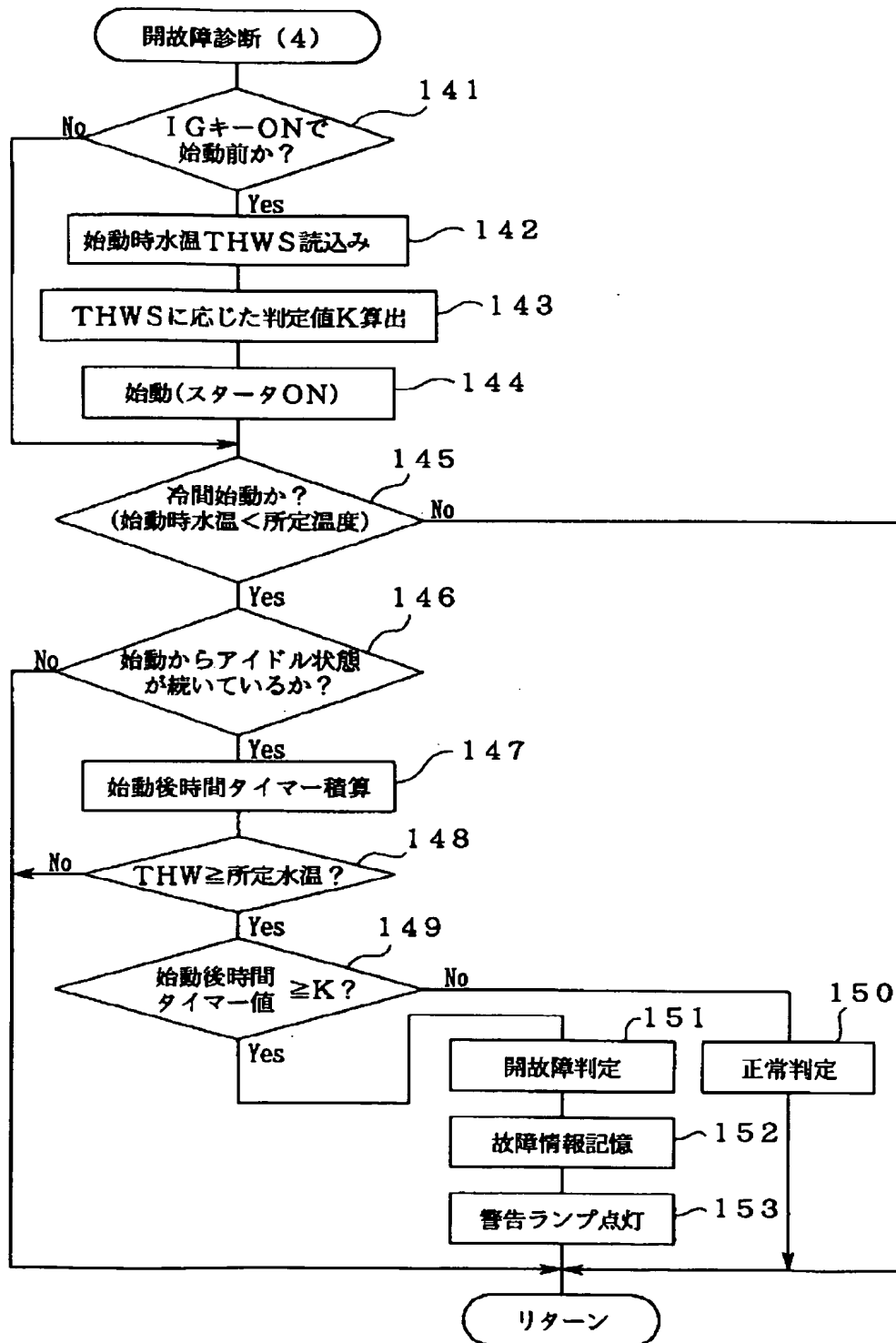
【図5】



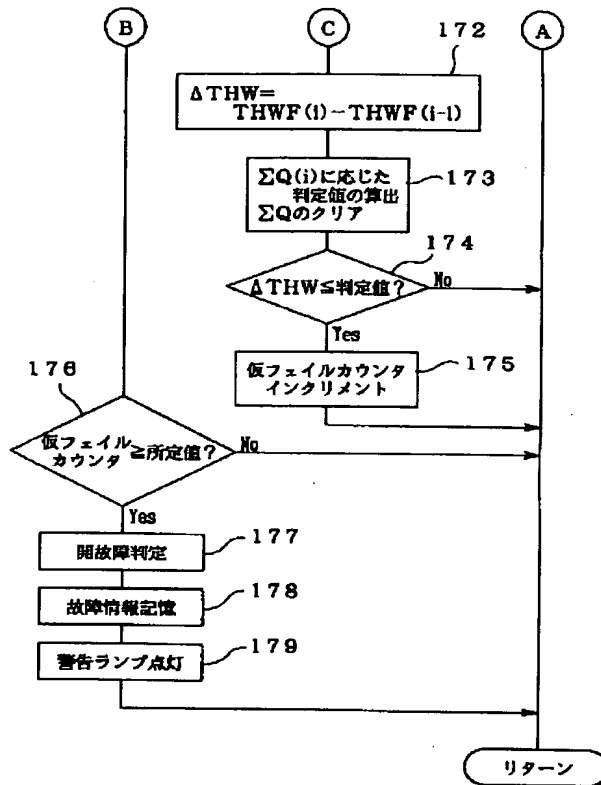
【図6】



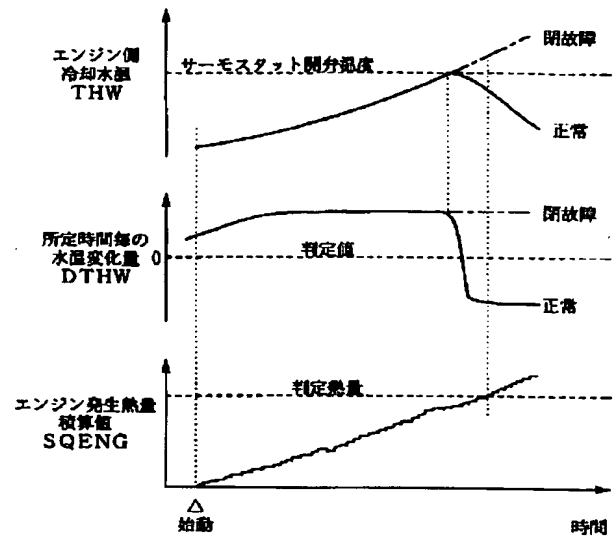
【図8】



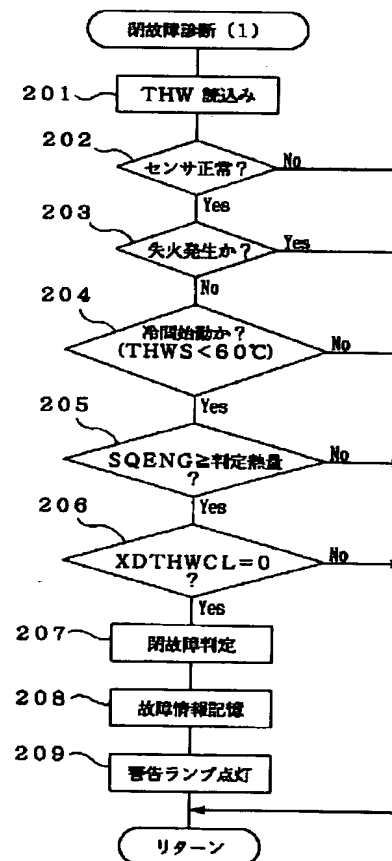
【図11】



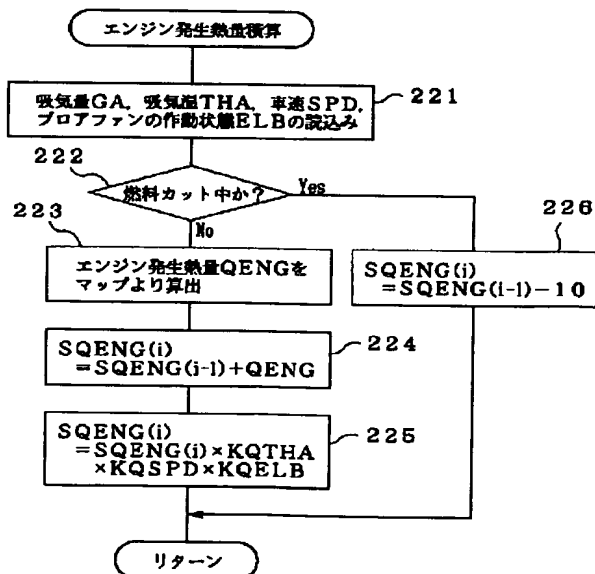
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

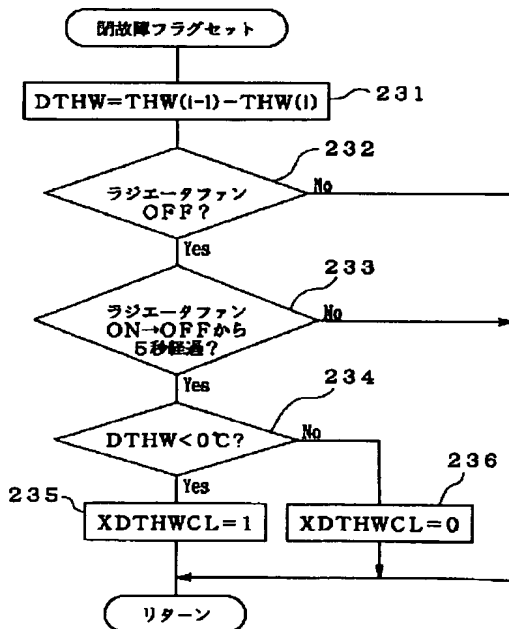
(a)	吸気量GA(g/s)	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	エンジン発生熱量 QENG	-5	1	3	5	7	9	11	13	15	15	15

(b)	吸気温THA(℃)	-20	0	20	40	60	80
	補正係数KQTHA	0.5	0.7	0.8	0.9	0.95	1

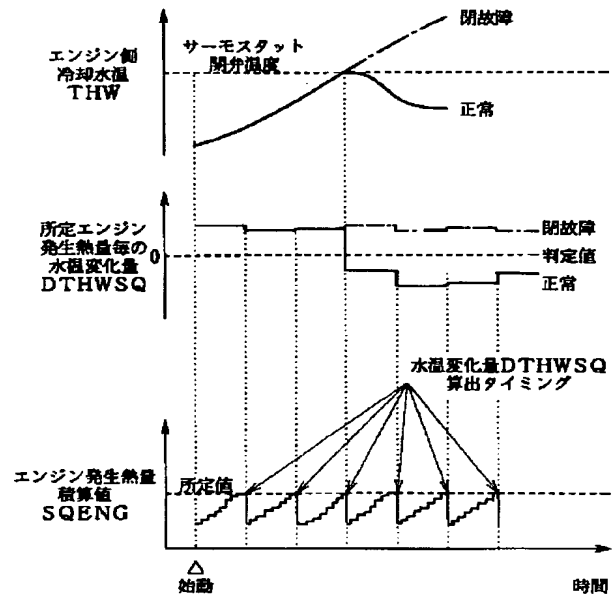
(c)	車速SPD(km/h)	0	30	60	90	120	150
	補正係数KQSPD	1	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75

(d)	プロアファン作動状態 ELB	ON	OFF
	補正係数KQELB	0.8	1

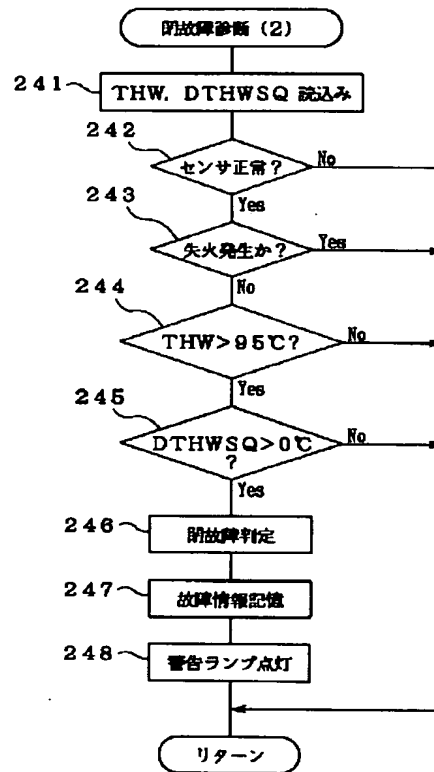
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶
 F 1 6 K 31/68
 G 0 1 M 15/00

識別記号

F I
 F 1 6 K 31/68
 G 0 1 M 15/00

Q
 Z